



日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 6月21日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第173805号

出願人

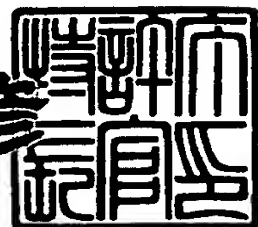
Applicant(s):

本田技研工業株式会社

2000年 5月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3031136

【書類名】 特許願

【整理番号】 E99091

【提出日】 平成11年 6月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B21J 1/00

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内

    【氏名】 安藤 省一

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内

    【氏名】 小野 博史

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内

    【氏名】 小林 正

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホンダエンジニアリング株式会社内

    【氏名】 上川 満

【特許出願人】

    【識別番号】 000005326

    【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100085257

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小山 有

【選任した代理人】

【識別番号】 100103126

【弁理士】

【氏名又は名称】 片岡 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038807

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006594

【包括委任状番号】 9304817

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 冷間鍛造用ビレット

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 連続して冷間鍛造を行うための鉄鋼材のビレットであって、C（炭素）が 0.46～0.48wt%、Si（珪素）が 0.14wt%以下、Mn（マンガン）が 0.55～0.65wt%、P（リン）が 0.015wt%以下、S（硫黄）が 0.015wt%以下、Cu（銅）が 0.15wt%以下、Ni（ニッケル）が 0.20wt%以下、Cr（クロム）が 0.35wt%以下含まれることを特徴とする冷間鍛造用ビレット。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の冷間鍛造用ビレットにおいて、このビレットを構成する炭化物のアスペクト比は 300%以下であることを特徴とする冷間鍛造用ビレット。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の冷間鍛造用ビレットにおいて、このビレットの限界据込み率は 90%以上であることを特徴とする冷間鍛造用ビレット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、中間焼鈍を必要とせず高い変形能の冷間鍛造が連続して可能で且つ焼入れ性を損なわない冷間鍛造用ビレットに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、自動二輪車等のエンジンのクランク軸やコンロッド等の成形は熱間鍛造が主流であり、材料を再結晶温度以上に加熱して鍛錬成形するのが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

熱間鍛造による成形は、金型表面が摩耗しやすく、その結果鍛造品の精度が悪くなり、鍛造後の機械加工による取代が大きくなって加工効率が低下する。そして、レース加工代が大きい為に機械台数も多くなり初期投資が膨大になる。

また、熱間鍛造にあっては、加熱後に鍛造するためにスケールが発生し、更に離型剤等の塗布が必須になるので作業環境を最適に保つことが困難である。

【0004】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明は、冷間鍛造の連続成形によって成形可能で、焼入れ性が良く、更に連続成形の途中で軟化処理が不要な冷間鍛造用ピレットの成分組成を提供することを目的とする。

【0005】

上記目的を達成するため、本発明は、連続して冷間鍛造を行うための鉄鋼材のピレットの材料組成として、Cが0.46～0.48wt%、Siが0.14wt%以下、Mnが0.55～0.65wt%、Pが0.015wt%以下、Sが0.015wt%以下、Cuが0.15wt%以下、Niが0.20wt%以下、Crが0.35wt%以下含まれるものとした。

【0006】

ここで、機械構造用炭素鋼のJIS S48C（以下、単にS48Cと記す）は熱間鍛造用素材として使用されており、材料成分は、Cが0.45～0.51wt%、Siが0.15～0.35wt%以下、Mnが0.6～0.9wt%、Pが0.03wt%以下、Sが0.035wt%以下、Cuが0.30wt%以下、Niが0.20wt%以下、Crが0.35wt%以下が基準とされている。

【0007】

一方、上記のようなS48Cの冷間鍛造能力は、例えば据込み率が70～75%程度であり、据込み率が90%以上の変形量の多い冷間鍛造を行うと材料割れが生じて成形することができない。

【0008】

そしてこの変形能に影響を及ぼす元素として、Si、P、S或いはCu等があり、Siは鋼の硬さや引張り強さ等を高め、熱処理にあたっては結晶粒の成長を早める作用があるものの、伸びや衝撃値を減じて鍛造性を害するようになり、またPも、フェライト中に固溶すると硬さや引張り強さをやや増すが、衝撃値を減じて加工時に割れやすく、冷間脆さの原因となる。また、Sが多量に含まれると

、冷間鍛造時にクラック発生の起点となる硫化マンガン (MnS) が析出し、加工中に割れを生じやすくなり、Cuの含有量が多くなるとフェライト硬さを増加させ、冷間鍛造性を損う原因となる。

## 【0009】

一方、焼入れ性の確保の点から、Cの含有量は、上記熱間鍛造用素材と同等の量が望まれ、またMnもフェライト中に固溶すると、鋼の変態点を下げて焼きが入りやすくなるため、熱間鍛造用素材と同等の量が望まれる。

## 【0010】

そこで、本発明にあっては、熱間鍛造用素材であるS48Cの成分組成を基本にし、焼入れ性確保の点からCの量をS48Cと同等にした上で、冷間鍛造時の材料割れの原因になりやすいSi、P、S及びCuの量をどの程度まで削減しなければならないかを検証し、前記組成の冷間鍛造用ビレットとした。

## 【0011】

因みに、このような冷間鍛造用ビレットは、例えば、棒状素材を1回目の球状化焼鈍処理して内部の炭化物を球状化した後、所定の断面減少率で引抜き加工し、所望の寸法に切断した後、更に2回目の球状化焼鈍処理によって内部の炭化物の分散を促進し球状化率を高めるようにして製造すれば、硬度が低下して成形性が良くなり、また表層部の伸び率も良くなって好適である。また、冷間鍛造後の製品硬度は時効処理によって高めることができる。

## 【0012】

上記の焼鈍処理にて、ビレットを構成する炭化物のアスペクト比を300%以下にでき、結果として、上記組成のビレットは限界据込み率を90%以上とすることが可能になる。

## 【0013】

本発明に係るビレットは、連続した冷間鍛造により軸付きエンジン部品を成形するのに適している。

ここで、軸付きエンジン部品とは、例えばクランク軸等であり、従来、熱間鍛造で成形するのが主流であったため、高精度な製品形状のものを得ることが困難であったが、連続した冷間鍛造が適用可能となれば高精度な製品形状のものを生

産性を高くして且つ安価に製造することができる。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について添付図面に基づき説明する。ここで、図1は本発明に係る材料成分の棒材から冷間鍛造用ビレットを製造する具体的方法の工程図、図2は冷間引抜き率と限界据込み率の関係を表すグラフ、図3は引抜き前に球状化焼鈍を行う効果を説明した図、図4(A)～(C)はビレットの金属組織を示すSEM写真(1000倍)図5は据込み率の説明図、図6は本発明に係る冷間鍛造用ビレットを用いてクランク軸を連続鍛造する鍛造工程の一例の説明図である。

#### 【0015】

本発明に係るビレットの成分組成は、Cが0.46～0.48wt%、Siが0.14wt%以下、Mnが0.55～0.65wt%、Pが0.015wt%以下、Sが0.015wt%以下、Cuが0.15wt%以下、Niが0.20wt%以下、Crが0.35wt%以下含まれる鋼材である。この組成の基本的な構成は、熱間鍛造素材であるS48Cの成分組成をベースにし、焼入れ性確保のためCの量をS48Cと同等にするとともに、材料割れの要因になりやすいSiとPとSの量を削減した成分組成にしている。

#### 【0016】

ここで、Cは単位%当り最も冷間鍛造性に大きな効果をもつ元素であり、機械的性質、特に材料強度、焼入れ性の面から重要である。即ち、クランク軸にあっては全体的に所定の機械的強度を必要とするとともに、ウォーム及びテーパ部など局部的に高硬度が要求される。このように局部的に高硬度が要求される部分を鍛造後の焼入れで硬度を上げるには、Cの割合を0.46～0.48wt%とする必要がある。

#### 【0017】

またSiは原料の銑鉄中に存在し、製鋼の過程で殆ど除去されるが、製鋼過程の最後に脱酸剤として添加されることがあり、S48Cでは0.15～0.35wt%含まれ、一部は鋼中に入りフェライトに固溶するが、鍛造性を阻害するので

冷間鍛造素材としては除去することが好ましい。

【0018】

またMnは製鋼の過程でも多少残るが、脱酸剤として添加されるため、S48Cには0.60~0.90wt%含まれている。このMnはSと結合して硫化マンガンとして鋼中に分散し、一部はフェライト中に固溶するが、Sに結合しやすいMnはMnSとなり、鍛造成形時の割れの起点となりやすい為、低減させることが望ましいが、フェライト中に固溶するMnは焼きを入りやすくし、結晶粒の成長を抑える。このため、Mn量は0.55~0.65wt%にする。

【0019】

またPはフェライト中に固溶し、多量に含まれる場合は鉄の一部と化合してリン化鉄になるが、Pがフェライト中に固溶するとフェライトは伸びが減じられるようになり、常温における衝撃値も減じられて加工時に割れが生じやすくなる。

そしてこのPはS48Cでは0.03wt%まで許容されており、冷間鍛造素材としては、この許容値が高すぎる。

【0020】

またSはMnの一部と化合してMnSになり、このMnSは冷間鍛造時に生じる表面割れの起点となるため、S48Cでは0.035wt%まで許容されているが、冷間鍛造素材としては、許容値が高すぎる。

本発明にあっては、加工性を阻害する元素、Si、P、Sの含有量をできるだけ減らして冷間鍛造性を高めるべく、Siを0.14wt%以下、Pを0.015wt%以下、Sを0.015wt%以下にしている。

【0021】

またCuは高温加熱ではFeより酸化が少ないため、表面に富化して赤熱脆性を起こすので、概ね当量のNiを添加して赤熱脆性を防止する。一方、CuはPと同様に微量の含有によりフェライト硬さを増加させ、冷間鍛造性を損うと考えられる為、0.15wt%以下とする。

【0022】

またNiは前記した効果の他に、焼入れ性を増し、低温脆性を防止し、耐食性を改善するため、S48Cと同量添加する。更にCrは焼入性、焼戻し抵抗を大



にし、耐食性を高め安定した炭化物を作りやすいため、S48Cと同量程度含有せしめる。

【0023】

そして、以上のような成分組成の鋼材からなる棒材に対して、図1に示すように、酸洗を行った後、第1回目の球状化焼鈍を行い、セメンタイトを球状化して素材全体の加工性を向上させ、内部まで歪みを与えることができるようにするとともに、パーライトの微細化を図る。

この球状化焼鈍は、実施形態では740℃で6時間保持した後、20℃/hで680℃まで降温させ、その後、炉冷する手順で行う。

【0024】

次に、酸洗、ボンデ処理を行って引抜き加工を行い、限界据込み率の向上を図る。

ここで図2は球状化焼鈍を施した鋼材の冷間引抜き率（断面減少率）と限界据込み率の関係を示すグラフであるが、冷間引抜き率（断面減少率）が20%程度で限界据込み率を最大にすることができると分る。このことは従来から知られている。

【0025】

上記した引抜きを行うことによって限界据込み率が上がる理由は、引抜きを実施することで、焼鈍時のオーステナイト粒が微細化し、球状化速度を速めることができるからと推定されるが、本実施形態では、最大の限界据込み率が得られるよう、冷間引抜き率（断面減少率）20%で引抜いた。

因みに、冷間引抜き率（断面減少率）は、図2に示すように、加工前の径がDで加工後の径がdの場合、 $(D^2 - d^2) / D^2 \times 100$ で表される値である。

【0026】

次に、この棒材を所望の寸法に切断し、これを酸洗した後、2回目の球状化焼鈍を行い、炭化物の分散を図るとともに球状化率を高める。

そして実施形態では、この2回目の球状化焼鈍は、750℃で2時間保持した後、20℃/hで730℃まで降温させ、その後降温率を15℃/hに下げて680℃まで降温させ、その後炉冷する手順で行う。

【0027】

そしてこの2回目の球状化焼鈍を終えた後に、ショットブラスト、ボンデ処理を行って表面調整を行い、冷間鍛造用ピレットとした。

【0028】

以上のような工程中、引抜き前と引抜き後にそれぞれ球状化焼鈍を行う（合計2回）場合と、引抜き後だけ1回行う場合の球状化レベルとピレット硬度（HRC）と脱炭層深さ（mm）を比較すると図3の通りである。

ここで、球状化レベル（数値が少ないほど球形に近く良好）の向上とピレット硬度の低下は、成形性を良好にするために効果的であり、脱炭層深さ（表層のフェライト化）の浸透は、表層部の伸び率の向上に効果的である。

【0029】

そこで、アスペクト比についての実験を行った。材料の成分組成は、Cが0.46～0.48wt%、Siが0.14wt%以下、Mnが0.55～0.65wt%、Pが0.015wt%以下、Sが0.015wt%以下、Cuが0.15wt%以下、Niが0.20wt%以下、Crが0.35wt%以下、残部はFeと不純物である。

【0030】

引抜きを行わずに球状化焼鈍を行った場合（材料1）、引抜き前に球状化焼鈍を行わずに引抜き率を20%とした場合（材料2）、引抜き前と引抜き後に球状化焼鈍を行い引抜き率を20%とした場合（材料3）の各材料の金属組織（1000倍）を図4（A）～（C）に示す。

【0031】

各材料の炭化物の球状化率を表すアスペクト比（ $b/a \times 100$ ）は、（表1）に示すように、材料1については506%、材料2については347%、材料3については300%であった。

そして、各材料を用いて、冷間鍛造（据込み）を行った。据込み率は図5に示すように  $(L_1 - L_2) / L_1 \times 100 = 90$ （%）とした。この時の各材料の割れ発生率は、それぞれ35%、4%及び0%であった。

したがって、球状化焼鈍を2回実施することにより、炭化物の結晶は、より球

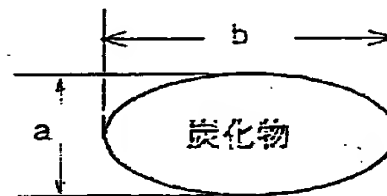
形に近づき、冷間鍛造の際に割れが生じにくくなることが判った。

【0032】

【表1】

	ピレット製造工程					炭化物の アスペクト比(%)	割れ発生率% N=100
	引抜き前の 球状化焼鈍	引抜き	切断	引抜き後の 球状化焼鈍	ショット+ ボンデ		
材料1	なし	なし	○	○	○	506	35%
材料2	なし	(20%) ○	○	○	○	347	5%
材料3	○	(20%) ○	○	○	○	300	0%

$$\text{アスペクト比 (\%)} = b/a \times 100$$



【0033】

次に、本発明に係る材料成分の有効性を確認するため、据込み試験した結果を以下の(表2)に示す。据込み率は前記同様90%とし、据込み試験の材料(ピレット)はいずれも引抜きの前後に球状化焼鈍を行ったものを用いた。

【0034】

【表2】

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	割れ率 (N=100)
JIS S48C	0.45~0.51	0.15~0.35	0.60~0.90	0.03以下	0.035以下	0.30以下	0.20以下	0.35以下	20%
Mn成分低減	↑	↑	0.55~0.65	↑	↑	↑	↑	↑	12%
Mn,C成分低減	0.45~0.48	↑	0.55~0.65	↑	↑	↑	↑	↑	5%
Mn,C成分低減 介在物低減	0.45~0.48	0.14以下	0.55~0.65	0.015以下	0.015以下	0.15以下	↑	↑	0%

【0035】

先ず、S48Cを材料として据込み試験を行った場合には割れ発生は20%（N=100）であった。割れ発生率が20%ということは、冷間鍛造用の材料として不適である。

## 【0036】

そこで、本発明者らはMnの割合を低減することを試みた。その結果、割れ発生は12%に下がった。しかしながら、これでも冷間鍛造用の材料として不適である。尚、S48Cでは、Mnの割合は0.60~0.90wt%であるので、0.55~0.60wt%の範囲でS48CとMnの割合を低減した材料とが重複することになる。これは、Mnの割合を厳密に特定することはできず、ある程度のバラツキは不可避であることによる。これは、S48Cを用いても割れが生じないものがあり、Mnの割合を低減した材料を用いても割れが発生するものがあることから認めできる。

## 【0037】

Mnの割合を低減しても十分ではないことが判明したので、本発明者らは、焼入れ性に悪影響を及ぼさない範囲でC（炭素）の量を低減してみた。その結果、割れ発生率は5%に下がった。しかしながら、これでも冷間鍛造用の材料としては不適である。

## 【0038】

そこで、加工性を阻害する元素と考えられるSi、P、S及びCuの含有量を減らして据込み試験を行った。即ちSiを0.14wt%以下、Pを0.015wt%以下、Sを0.015wt%以下、Cuを0.15wt%以下とした。結果は、（表2）に示すように割れ発生率は0%であった。

## 【0039】

そしてこのような冷間鍛造用ピレットを使用して、例えば図6に示すような複数段回の冷間鍛造を連続して行ってクランク軸を成形すれば、成形途中で中間焼鈍することなく連続成形することができる。また、焼入れ性も良好である。

## 【0040】

## 【発明の効果】

以上のように本発明に係る冷間鍛造用ピレットは、連続して冷間鍛造を行うた

めの鉄鋼材のピレットの材料組成として、所定の成分含有量にしたため、連続した冷間鍛造を行っても割れ等が発生することなく、高い据込み率で効率的に成形できるようになった。

【0041】

そしてこのような冷間鍛造用ピレットで、軸付きエンジン部品を製造するようにすれば、従来の熱間鍛造のような複数の段取り換えを行う必要がなくなり、また後加工の切削工程等も省略できて好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る材料成分の棒材から冷間鍛造用ピレットを製造する方法の工程図

【図2】

冷間引抜き率と限界据込み率の関係を表すグラフ

【図3】

引抜き前の球状化焼鈍を行う効果を説明した図

【図4】

(A)～(C)はピレットの金属組織を示すSEM写真(1000倍)

【図5】

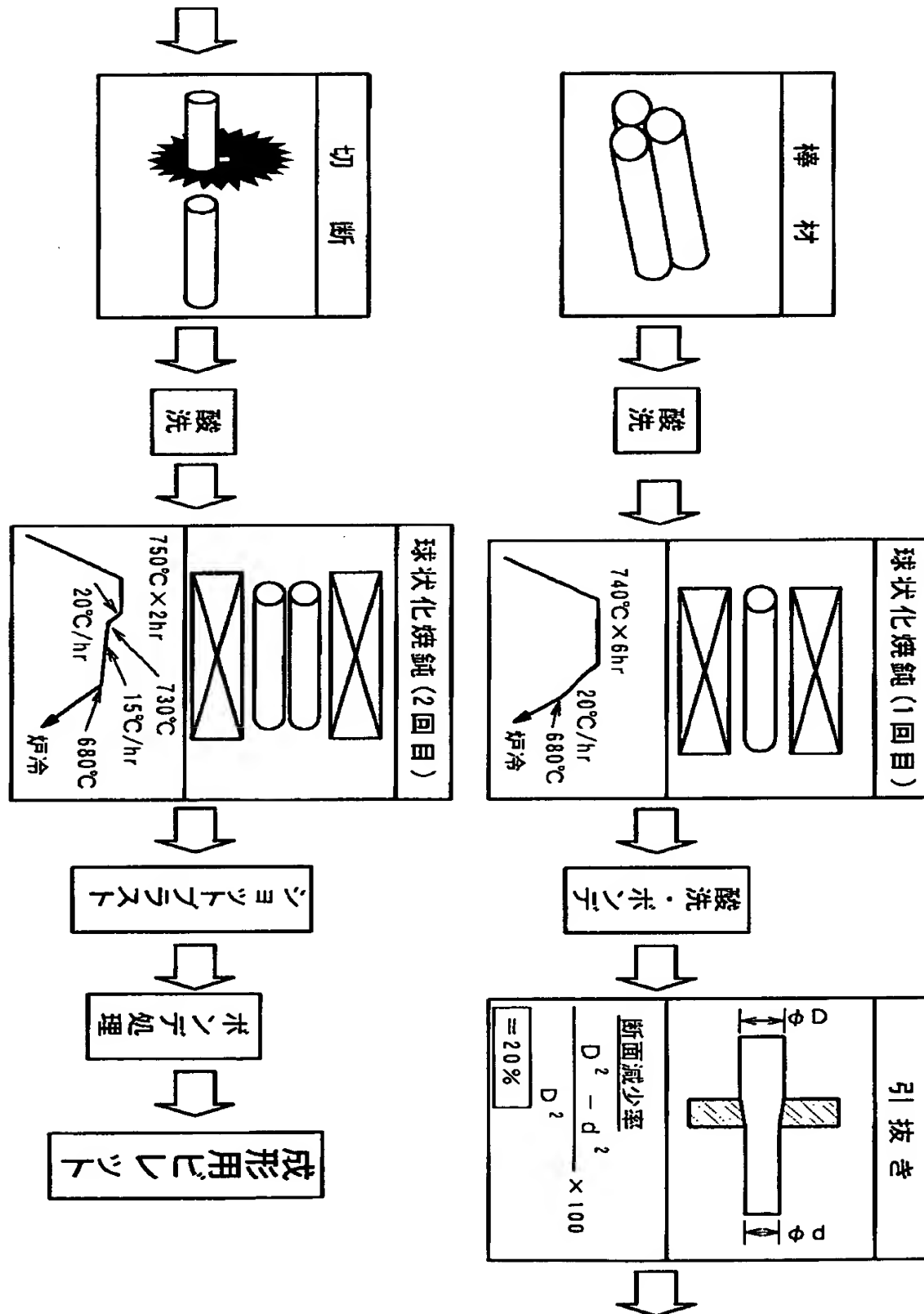
据込み率の説明図

【図6】

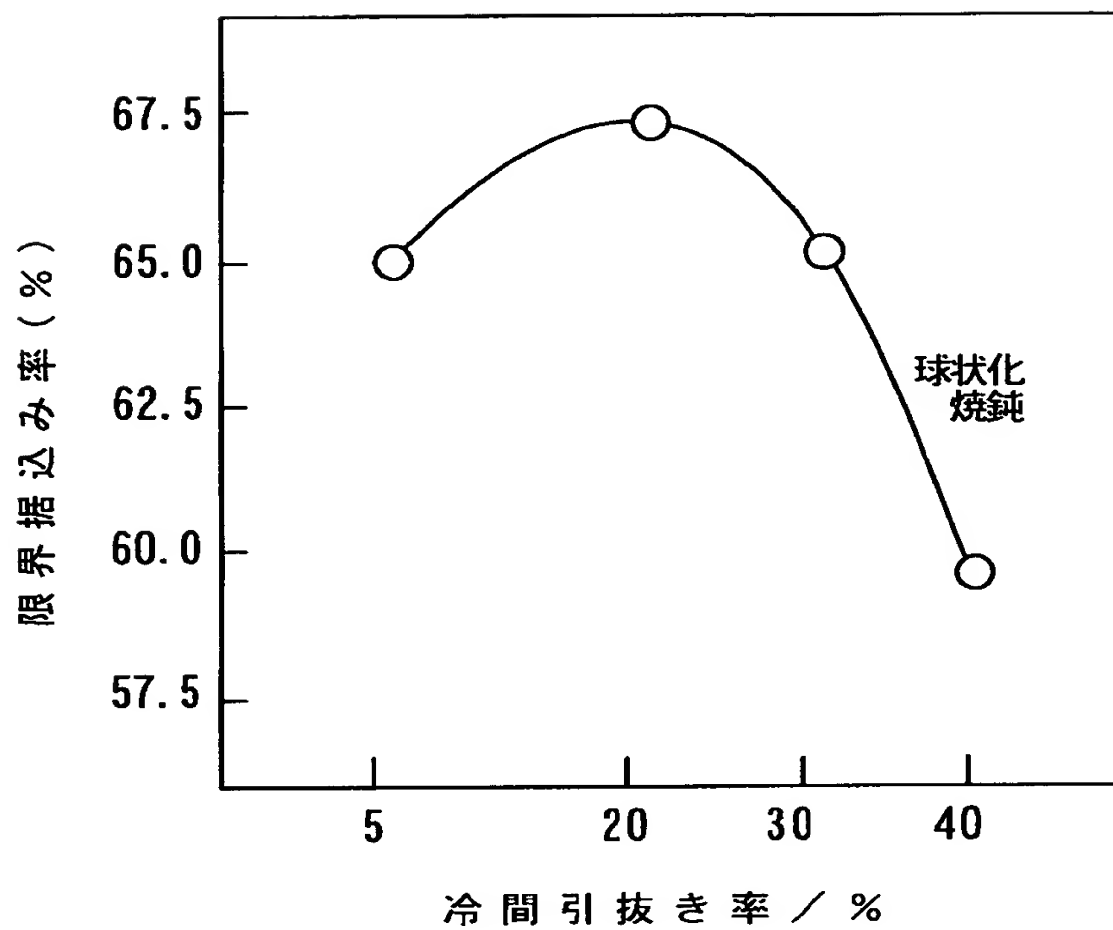
本発明に係る冷間鍛造用ピレットでクランク軸を連続鍛造する鍛造工程の一例の説明図

【書類名】 図面

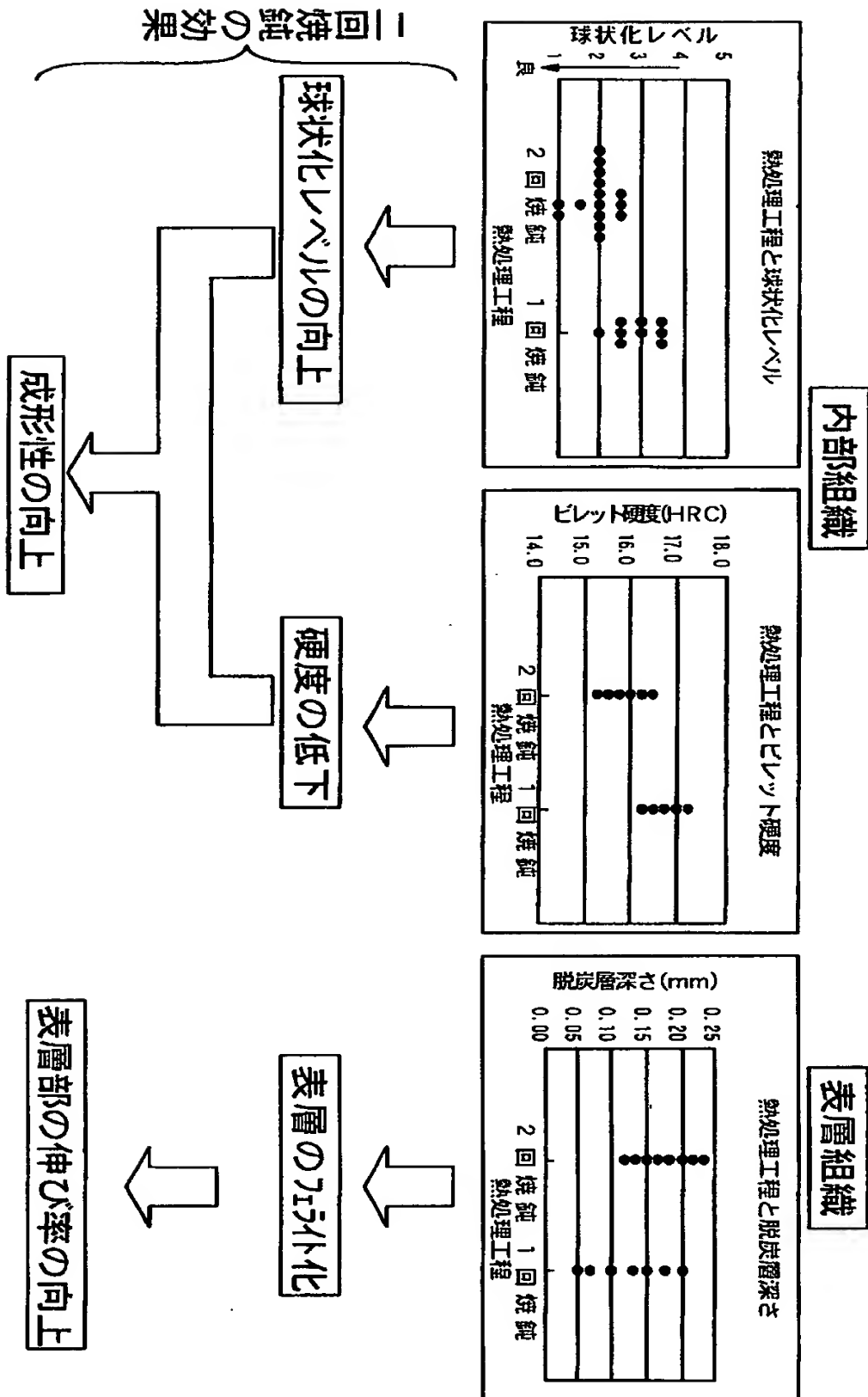
【図 1】



【図 2】



【図 3】





【図4】

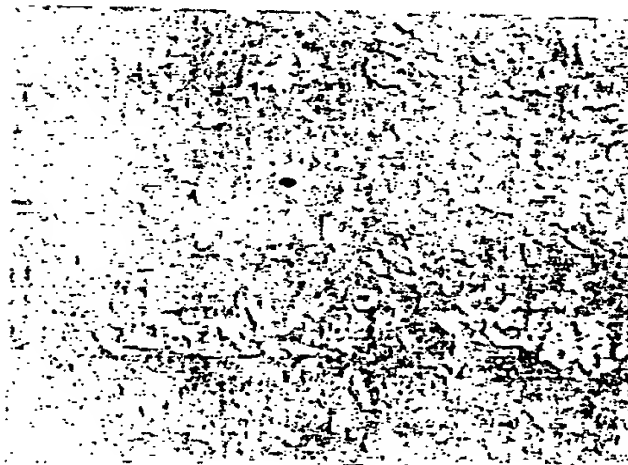
(A)材料1

アスペクト比 = 506%



(B)材料2

アスペクト比 = 347%

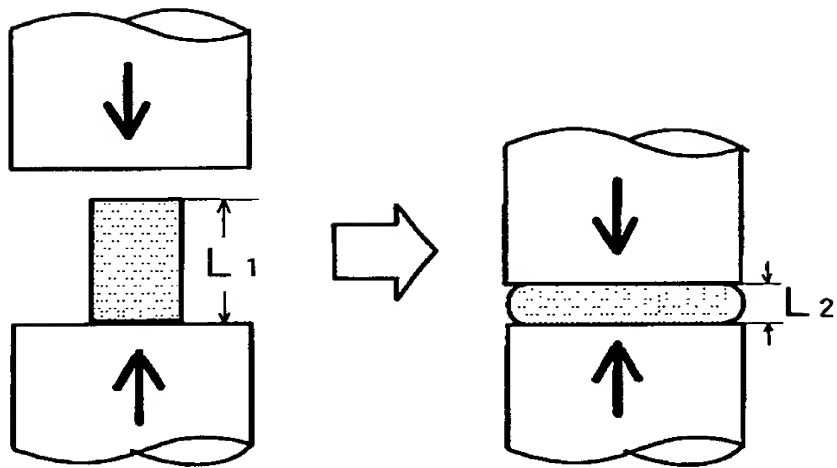


(C)材料3

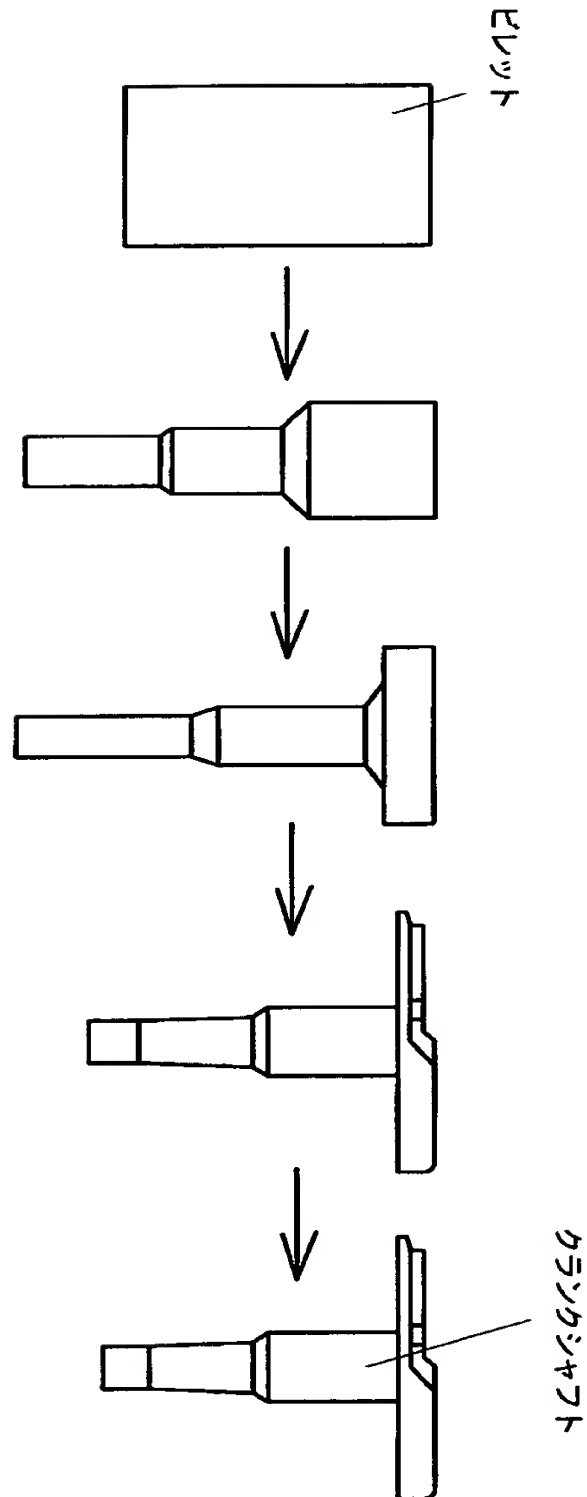
アスペクト比 = 300%



【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 冷間鍛造の連続成形によって成形可能で、焼入れ性が良く、更に連続成形の途中で熱処理工程が不要な冷間鍛造用ビレットを提供する。

【解決手段】 鉄鋼用ビレットの成分組成として、Cが0.46～0.48wt%、Siが0.14wt%以下、Mnが0.55～0.65wt%、Pが0.015wt%以下、Sが0.015wt%以下、Cuが0.15wt%以下、Niが0.20wt%以下、Crが0.35wt%以下含まれるものとし、これを球状化焼鈍処理して引抜き加工した後、更に球状化焼鈍処理して冷間鍛造用ビレットとする。

【選択図】 図1

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成11年 8月 2日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

    【出願番号】 平成11年特許願第173805号

【補正をする者】

    【識別番号】 000005326

    【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100085257

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小山 有

【手続補正 1】

    【補正対象書類名】 明細書

    【補正対象項目名】 0 0 0 6

    【補正方法】 変更

    【補正の内容】 1

【手続補正 2】

    【補正対象書類名】 明細書

    【補正対象項目名】 0 0 2 5

    【補正方法】 変更

    【補正の内容】 2

【手続補正 3】

    【補正対象書類名】 明細書

    【補正対象項目名】 0 0 3 1

    【補正方法】 変更

    【補正の内容】 3

【手続補正 4】

    【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0036  
【補正方法】 変更  
【補正の内容】 4  
【プルーフの要否】 要

【0006】

ここで、機械構造用炭素鋼の J I S S 4 8 C (以下、単に S 4 8 C と記す) は熱間鍛造用素材として使用されており、材料成分は、C が 0.45 ~ 0.51 wt%、S i が 0.15 ~ 0.35 wt%、M n が 0.6 ~ 0.9 wt%、P が 0.03 wt% 以下、S が 0.035 wt% 以下、C u が 0.30 wt% 以下、N i が 0.20 wt% 以下、C r が 0.35 wt% 以下が基準とされている。

【 0 0 2 5 】

上記した引抜きを行うことによって限界据込み率が上がる理由は、引抜きを実施することで、第 2 回目の焼鈍時にオーステナイト粒が微細化し、球状化速度を速めることができるからと推定されるが、本実施形態では、最大の限界据込み率が得られるよう、冷間引抜き率（断面減少率）20%で引抜いた。

因みに、冷間引抜き率（断面減少率）は、図 2 に示すように、加工前の径が  $D$  で加工後の径が  $d$  の場合、 $(D^2 - d^2) / D^2 \times 100$  で表される値である。



【0031】

各材料の炭化物の球状化率を表すアスペクト比 ( $b/a \times 100$ ) は、(表 1) に示すように、材料 1 については 506%、材料 2 については 347%、材料 3 については 300% であった。

そして、各材料を用いて、冷間鍛造 (据込み) を行った。据込み率は図 5 に示すように  $(L_1 - L_2) / L_1 \times 100 = 90$  (%) とした。この時の各材料の割れ発生率は、それぞれ 35%、5% 及び 0% であった。

したがって、球状化焼鈍を 2 回実施することにより、炭化物の結晶は、より球形に近づき、冷間鍛造の際に割れが生じにくくなることが判った。

## 【0036】

そこで、本発明者らはMnの割合を低減することを試みた。その結果、割れ発生は12%に下がった。しかしながら、これでも冷間鍛造用の材料として不適である。尚、S48Cでは、Mnの割合は0.60～0.90wt%であるので、0.60～0.65wt%の範囲でS48CとMnの割合を低減した材料とが重複することになる。これは、Mnの割合を厳密に特定することはできず、ある程度のバラツキは不可避であることによる。これは、S48Cを用いても割れが生じないものがあり、Mnの割合を低減した材料を用いても割れが発生するものがあることから、是認できる。

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第173805号
受付番号	59900741392
書類名	手続補正書
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成11年 8月 5日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】

000005326

【住所又は居所】

東京都港区南青山二丁目1番1号

【氏名又は名称】

本田技研工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100085257

【住所又は居所】

東京都新宿区四谷2丁目9番 四谷高木ビル2階

小山特許事務所

【氏名又は名称】

小山 有

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日	1990年 9月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名	本田技研工業株式会社